

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 05-329163
 (43) Date of publication of application : 14. 12. 1993

(51) Int. CI. A61B 10/00

G01N 21/35

(21) Application number : 04-168643 (71) Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK
 (22) Date of filing : 03. 06. 1992 (72) Inventor : HIRAMATSU MITSUO

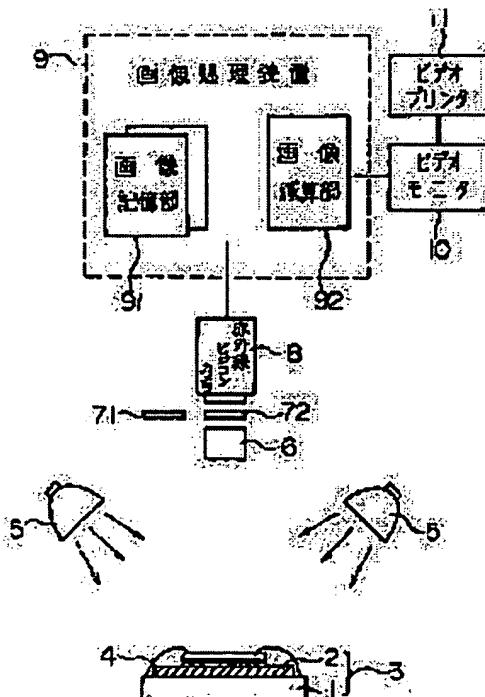
MURAKI KOJI
 OTA KAZUYOSHI
 OKUMURA KAZUAKI
 SATO HIROTO
 DATE AKIRA
 YOSHII TAKASHI

(54) METHOD FOR DETECTING WATER PRESENCE-POSITION IN SKIN AND APPARATUS THEREFOR

(57) Abstract:

PURPOSE: To make it possible to detect the state of existence of water in the depth direction of a skin by irradiating the skin with near infrared light of at least two kinds of wave lengths and detecting the amt. of light of scattered light from the skin at least at two kinds of wave lengths.

CONSTITUTION: A skin sample 3 is irradiated with a light source 5 emitting a near infrared light with at least two wave lengths and an image of a horny membrane of a guinea pig which is a sample is photographed by means of an infrared vidicon camera 8 through an optical lens system 6 and a wave length selective filter 7. The wave length selective filter 7 consists of wave length selective filters 71 and 72 through which only one of two near infrared lights with two wave length is transmitted and these are alternatively used by switching. Then, output of the camera 8 is inputted into an image treating apparatus 9, where difference of the amt. of light of the scattered



light detected on every wave length is obtd. and this difference in this amt. of light and the depth where water exists in the skin is obtd. based on damping properties of the near infrared light in the skin. The obtd. result is outputted by means of a video monitor 10 and a video printer 11.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.06.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3255370

[Date of registration] 30.11.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) ; 1998, 2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-329163

(43)公開日 平成5年(1993)12月14日

(51)Int.CLS
A 61 B 10/00
G 01 N 21/35

識別記号 序内整理番号
Q E A 7370-2J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 6(全 8 頁)

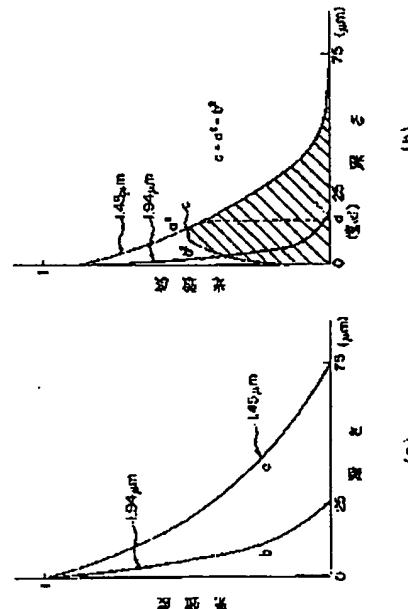
(21)出願番号	特願平4-168643	(71)出願人	000236436 浜松ホトニクス株式会社 静岡県浜松市野町1126番地の1
(22)出願日	平成4年(1992)6月3日	(72)発明者	平松 光夫 静岡県浜松市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内
		(72)発明者	村木 広次 静岡県浜松市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内
		(72)発明者	太田 和義 静岡県浜松市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内
		(74)代理人	弁理士 是谷川 芳樹 (外3名) 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 皮膚中の水分の存在位置検出方法及び装置

(57)【要約】

【目的】 本発明は、皮膚の表面下に存在する水分の深さを検出する方法及び装置を提供することを目的とする。

【構成】 本発明が割定の対象とする水分子は、異なる2波長の近赤外光に対して吸収スペクトルに差異のある物質であり、この特性に着目してなされたものである。すなわち、水分子に近赤外光を照射したとき、水分子の吸収係数の大きい波長では、光は皮膚の比較的表面近傍で吸収してしまう。一方、相対的に吸収係数の小さい波長では、光は皮膚のかなり深い部分にまで到達する。反射波で検出される散乱光も同様に、水分子の吸収スペクトルを反映した。波長に依存した皮膚の深さ方向の水分子の含有量に関する情報が含まれている。この方法で検出される散乱光の光程の差を求ることにより、ある皮膚中の水分の平均的重心値としての深さを具体的にしかも高精度に検出することができる。



(2)

特開平5-329163

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも2種類の波長の近赤外光で皮膚を照明し、その皮膚からの散乱光の光量を、前記少なくとも2種類の波長ごとに検出する第1ステップと、波長ごとに検出された前記散乱光の光量の差を求める第2ステップと。

予め求められる前記近赤外光の皮膚中の減衰性と、前記第2ステップで求められた前記光量の差にもとづき、前記皮膚中に水分が存在する深さを求める第3ステップとを備えることを特徴とする、皮膚中の水分の存在位置検出方法。

【請求項2】少なくとも2種類の波長の近赤外光で皮膚を照明し、その皮膚からの散乱光の像を、前記少なくとも2種類の波長ごとに撮像する第1ステップと。

波長ごとに撮像された前記散乱光の像の強度の差を求める第2ステップと、

予め求められる前記近赤外光の皮膚中の減衰性と、前記第2ステップで求められた前記散乱光の像の強度の差にもとづき、前記皮膚中に水分が存在する深さの分布を求める第3ステップとを備えることを特徴とする、皮膚中の水分の存在位置検出方法。

【請求項3】少なくとも2種類の波長の近赤外光で、皮膚を照らす照明手段と、

前記皮膚からの散乱光の像を、前記少なくとも2種類の波長ごとに撮像する撮像手段と、

前記波長ごとに撮像された前記散乱光の像の強度差を演算する差分手段と、
を備えることを特徴とする、皮膚中の水分の存在位置検出装置。

【請求項4】前記照明手段は、水分に対して十分に光の減衰性に差異がある複数の波長の光を射出し、

前記撮像手段は、前記複数の波長ごとに前記散乱光の像を撮像する請求項3記載の、皮膚中の水分の存在位置検出装置。

【請求項5】前記差分手段により求められた前記散乱光の像の強度差と、予め求められる前記波長ごとの近赤外光の皮膚中の減衰性にもとづき、前記水分が皮膚中に存在する深さを求める定量手段を更に備える請求項3記載の皮膚中の水分の存在位置検出装置。

【請求項6】前記差分手段により求められた前記強度差の像を表示する表示手段を更に備える請求項3記載の皮膚中の水分の存在位置検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、皮膚中に水分が存在する深さあるいはその分布を検出する方法と、それに用いる装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、化粧品や医薬品の成分を決定するに際し、皮膚が含有する水分量を知ることは非常に重

要なことである。そこで、皮膚の水分含有量を測定する方法としては、高周波インピーダンスを測定する方法、マイクロ波の伝導性を測る方法、あるいは、水分含有量の上昇による皮膚の彈力性の増加を測る方法などが用いられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】前述したように皮膚の水分含有量の測定においては、特に、皮膚の深さ方向の水分含有量の情報は極めて重要である。

【0004】しかしながら先に説明した方法では、いずれも、皮膚のどの深さに水分が含有されているかという情報については何も与えないという問題がある。

【0005】本発明は、上記の問題を解決した皮膚中の水分の存在位置検出方法とそれに用いられる装置を得ることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明に係る皮膚中の水分の存在位置検出方法は、少なくとも2種類の波長の近赤外光で皮膚を照明し、その皮膚からの散乱光の光量を、少なくとも2種類の波長ごとに検出する第1ステップと、波長ごとに検出された散乱光の光量の差を求める第2ステップと、予め求められる近赤外光の皮膚中の減衰性と、第2ステップで求められた光量の差にもとづき、皮膚中に水分が存在する深さを求める第3ステップとを備えることを特徴とする。

【りりり7】また、本発明に係る皮膚中の水分の存在位置検出装置は、少なくとも2種類の波長の近赤外光で、皮膚を照らす照明手段と、皮膚からの散乱光の像を、少なくとも2種類の波長ごとに撮像する撮像手段と、波長ごとに撮像された散乱光の像の強度差を演算する差分手段とを備えることを特徴とする。ここで、照明手段は、水分に対して十分に光の減衰性に差異がある複数の波長の光を射出し、撮像手段は、複数の波長ごとに散乱光の像を撮像するものとし、さらに、差分手段により求められた散乱光の像の強度差と、予め求められる波長ごとの近赤外光の皮膚中の減衰性にもとづき、水分が皮膚中に存在する深さを求める定量手段を更に備えるものとすることが望ましい。

【0008】

【作用】異なる波長の近赤外光に対して水分子は異なる吸収係数を有するため、水分子の存在によるそれぞれの波長の光の減衰状態は異なるものとなり、その光が皮膚中を透過する距離は、それぞれの波長によって異なる。即ち皮膚に近赤外光を照射したとき、水に対する吸収係数の大きい波長の光は、皮膚の比較的表面近傍に存在する水分子によって吸収および散乱され減衰し、一方、相対的に水に対する吸収係数の小さい波長の光は、水分子によって吸収および散乱され減衰する程度が比較的僅かであるために皮膚のかなり深い部分にまで到達する。

【0009】このため、吸収係数の異なる波長の光ごと

(3)

特開平5-329163

4

3

に、反射法で検出される散乱光の像の強度を測定することによって、照射された光の皮膚の表面近傍の位置と、皮膚の表面から深い位置での減衰状態をそれぞれ知ることができる。さらに、上述の散乱光の像の強度差を求めるこことによって、種々の測定条件による誤差を除去することができ、しかも実際には測定し得ないような、皮膚の表面から僅かに入った部分での水分の存在位置を知ることができる。

【0010】上述の方法では、検出される散乱光そのものの強度を測定することによって、二次元的像を得ることなく毎次元での皮膚中の水分の存在状態を求めることができる。

【0011】さらに、上述の検出方法を実現する際に、少なくとも2種類の波長の近赤外光で、試料である皮膚を照明する照明手段と、皮膚からの散乱光の像を、少なくとも2種類の波長ごとに撮像する撮像手段と、波長ごとに撮像された散乱光の像の強度差を演算する差分手段と、差分手段により求められた強度差の像を表示する表示手段とを備える装置を用いる。このため、皮膚の所望の位置において、その表面からどの程度に深さに水分が存在するかという情報を確実に知ることができる。

【0012】

【実施例】以下に、本発明の実施例についてその詳細を説明する。

【0013】本発明が測定の対象とする水分子はH-O-H結合を有しており、この結合は近赤外域の光に対して特徴的な吸収スペクトルを示す。

【0014】図1は、その水分子の近赤外域の光に対する吸収係数を示したものであり、波長1.45μm付近、及び1.94μm付近でその値が極大となることがわかる。本発明は、この特性に着目してなされたものである。

【0015】以下に、その詳細を説明する。

【0016】皮膚サンプルとして、モルモットの角層、表皮および真皮からなる厚さの異なる試料を用意した。この試料を硝子球を用いた近赤外スペクトル測定装置により、透過率測定を行なった。1.45μm、1.68μmおよび1.94μmにおける透過率と、皮膚の厚さとの関係を示したのが図2である。図2は、1.68μmの光が、2mm程度の深さまで入り込んでいることを示している。また、1.94μmの光は、200μm程度の深さまで入り込んでいることがわかった。

【0017】このようにして、近赤外域の各波長の光が、被測定試料である皮膚の中をどの程度侵入するかという情報を得ることができた。

【0018】次に、水分子が極大の吸収係数を有する1.94μmと1.45μmの2波長を行い、上記で得られた近赤外光の皮膚中の減衰特性を利用して、皮膚中の水分の存在位置を検出する方法について詳細に説明

する。

【0019】図3は、上述の原理を用いた装置の概略図である。皮膚サンプル3は光源5により照明されるが、この光源5は少なくとも2波長の近赤外光を出射するものである。試料であるモルモット角質膜の像は、光学レンズ系6及び波長選択フィルタ7を介して赤外線ビシコンカメラ8により撮像される。ここで、波長選択フィルタ7-1、7-2はそれぞれ上記2波長の近赤外光の一方のみを透過するようになっており、交互に切り換える。なお、光源5が上記2波長の近赤外光のみを選択的に出射できるときは、上記の波長選択フィルタは不表となる。

【0020】赤外線ビシコンカメラ8で撮像された角質膜の画像データは画像処理装置9に送られ、デジタルデータに変換された後、所定の処理がされる。即ち、画像処理装置9は少なくとも画像記憶部9-1と画像演算部9-2を有し、2波長の画像データはそれぞれ画像記憶部9-1に記憶される。そして、画像演算部9-2において、減算処理がされる。撮像された画像データの減算後の画像データは、それぞれビデオモニタ10で必要に応じて表示され、あるいはビデオプリンタ11で印刷される。これにより、皮膚の所定の深さ情報を、二次元的に表示し把握することができる。

【0021】次に、上述の装置を用いて、具体的に実験を行なった結果について説明する。まず、各波長でのイメージを得るため、3種類のバンドパスフィルタを検出器の前に設け、波長1.45μm、1.65μm、1.94μmのイメージをそれぞれ得た。なお、1.45μm及び1.94μmのイメージは、それらの近傍の波長である1.65μmのバンドパスフィルタを用いて得られたイメージを参照として用い、レシオイメージングを行うことにより、光源の照射むら、検出器の感度むらを補正した。

【0022】図4及び図5はそれぞれ、(1.45μmのイメージ) / (1.65μmのイメージ) の演算により補正されて得られた1.45μmのイメージI₁、(1.94μmのイメージ) / (1.65μmのイメージ) の演算により補正されて得られた1.94μmのイメージI₂を示し、それらを2つのフレームマトリクスにいたれた。なお、画像処理装置9において、浮動小数点演算を行なった結果を表示するため、16,000を掛けた。

【0023】次に画像処理装置9によりI₁ - I₂の減算処理をすることにより、新たなイメージI₃(図6)が得られた。こうして得られたイメージI₃は、皮膚中の水分がある平均深さ×近傍に存在しているという情報を含んでいる。これについて、図7を用いて説明する。図7(a)に示す曲線a及びbはそれぞれ波長1.45μm及び1.94μmの光が単位光量、ブタの皮膚中へ入り込んだ時の昌深さにおける光の強度を表しており、吸収係数の小さい波長1.45μmの光のはうが、波長

(4)

特開平5-329163

5

1. $9.4 \mu\text{m}$ の光よりも深い位置に到達していることがわかる。これらの光が皮膚中の水分子に吸収および散乱されて皮膚の表面まで戻ってくる散乱反射光は、図7 (b) の曲線 a^1 及び b^1 で示される。即ち、波長 $1.45 \mu\text{m}$ の光の光路は、曲線 a^1 のように皮膚の浅い位置だけでなくより深い位置の水分子の存在状態を示しており、一方、波長 $1.94 \mu\text{m}$ の光の光路は、曲線 b^1 のように、主として浅い位置での水分子の存在状態を示していることがわかる。したがって、散乱反射後、外へ*

$$\chi = \frac{\left| \int_0^\infty x \cdot e^{-zk_1 z} dz - \int_0^\infty x \cdot e^{-zk_2 z} dz \right|}{|D_1 - D_2|}$$

但し、 k_1 、 k_2 は、それぞれ波長 λ_1 、 λ_2 の近赤外光の水を含んだ皮膚中の減衰係数である。

【0025】以上説明してきたように、このような手法により、実際には測定していないような、皮膚表面からわずかに入り込んだ部分に存在する水分の位置を検出することができる。もちろん、二つの波長は任意に選択することが可能である。どの程度の深さ付近の情報が得られるかどうかは、先に図1に示した水の吸収スペクトルにより決定される。この情報を逆用すれば、二つの波長を選択することによって、皮膚との程度の深さに水分が存在するか確認する方法を提供することができる。

【0026】次に、波長ごとに検出された皮膚からの反射散乱光の光量の差を求ることによって、皮膚中に存在する水分の深さを検出するという手法に関して、その有効性について以下に説明する。

【0027】上記実施例で用いた皮膚等の被測定試料の散乱による係数を 10 cm^{-1} とする。この試料中に、単位長さの水層がそれぞれの深さで存在するときの反射率を求める。

【0028】図8は、水層がそれぞれ異なる深さ $A \sim D$ に存在するとき、用いる光として波長 $1.68 \mu\text{m}$ 、 $1.87 \mu\text{m}$ 及び $1.94 \mu\text{m}$ を選択したときの反射率を示している。符号 E は水層が存在しないときの相対的な反射率を示している。

【0029】図9は、水層の存在する深さを変えていった時の反射率と波長との関係を連続的に示したものである。明らかに、反射率より水層の存在する深さを識別するには、波長 $1.94 \mu\text{m}$ での測定がより有利であることがわかる。ところが、 $1.94 \mu\text{m}$ での測定だけでは、反射率の絶対的な測定値そのものから水層の存在する深さを決定することになる。しかし実際には、反射率そのものは、光源の強度、被測定物質の表面状態、測定物質内の二次元的位置依存性などにより変動しやすく、反射率そのものの絶対値測定は、かなりの誤差を含み、高い精度で水層の存在する深さを求めるのは困難である。そこで、変動しやすいある特定の1波長における反

5

* 出てきて検出された波長 $1.45 \mu\text{m}$ の光路から波長 $1.94 \mu\text{m}$ の光路を引いた差を表す曲線 c は、得られた光量の差に対応する深さでの水分の存在状態を示すことになる。なお、この光量の差が持っている平均的重心値としての深さ x は、下記に示す式によって定義的に求めることができるものである。

【0024】

【式1】

射率そのものから水層の存在する深さを求める代わりに、二つの波長での反射率を測定することとした。即ち、二つの波長での反射散乱光の光量差を求め、図9における曲線の傾きを求めるのである。この傾きを求ることによって、変動する誤差の原因となる光源の安定

性、試料依存性などの問題をかなり除去できるので、より高精度に水層の存在する深さを求めることができる。特に、被測定物質の表面からの正反射によって、測定反射光に与えられる影響は大きく、この影響を除去できる長所は大きい。

【0030】図10は、前述の曲線の傾きと水層の存在する深さとの関係を表す換算線を示すものである。なお、二波長の選択は図9にもとづき、 $1.87 \mu\text{m}$ 近傍と $1.94 \mu\text{m}$ 近傍を選択することが望ましい。例えば、波長 $1.87 \mu\text{m}$ と $1.94 \mu\text{m}$ での反射光の反射率の差を測定したのち、換算線よりその差に対応する水層の存在深さを検出する。また、他の波長 $1.91 \mu\text{m}$ を選んだ場合でも同様にすることによって、水層の深さを知ることが可能になる。この方法により、図8に示すような水層の深さに関する情報を得ることができる。

【0031】上記実施例では、二次元での各元素ごとの演算処理を行ったが、もちろん零次元の計測も十分可能である。即ち、波長 λ_1 と λ_2 における散乱光の光量 R_1 及び R_2 の差を求めることにより、水分が存在する深さを定義することができる。また、上記実施例では二つの波長を選択して、得られる像の差を求めて深さ情報を得たが、もちろん、三つの波長、あるいはそれ以上の多波長を選択し、深さ情報を求めることが可能である。

【0032】

【発明の効果】以上詳細に説明したように本発明によれば、少なくとも異なる2種類の波長の近赤外光を皮膚に照射し、その反射散乱光を検出あるいは撮像することにより、皮膚中のどの深さに水分が含有されているか知ることができる。特に、異なる波長ごとの散乱光の光量差あるいはその散乱光による像の強度差を求ることにより、種々の測定条件による誤差をほぼ完全に除去するこ

50

(5)

特開平5-329163

7

とができる、皮膚中の水分の存在位置を高精度に検出することができる。

【0033】本発明は、反射法を用いており、皮膚の表面より少し深い領域からの情報を入手する場合に特に有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】近赤外光に対する水分子の吸収係数を示す図である。

【図2】光の透過率と深さの関係を示す図である。

【図3】本発明の実施例に係る装置の概略図である。

【図4】測定結果を示す写真である。

【図5】測定結果を示す写真である。

8

* 【図6】測定結果を示す写真である。

【図7】演算処理の結果を示す図である。

【図8】水層の存在位置と光の反射率の相対関係を示す図である。

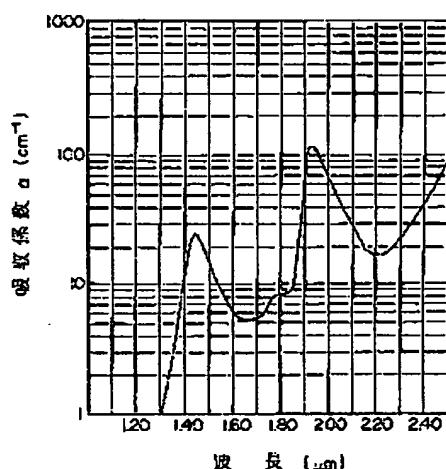
【図9】光の波長と反射率の連続的な関係を示す図である。

【図10】検査線を示す図である。

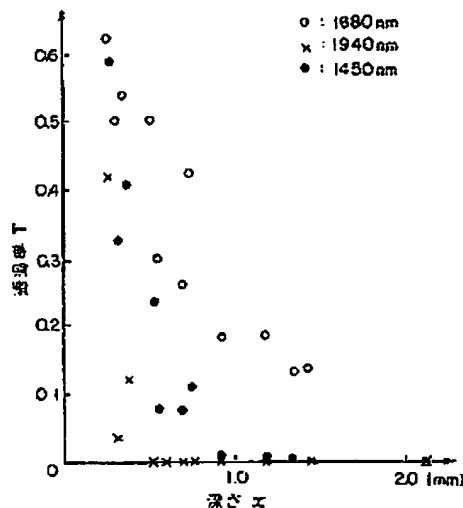
【符号の説明】

1…シャーレ底部、2…滤紙、3 1～3 6…角質層、5
10…光源、6…光学レンズ系、7 1及び7 2…波長選択フ
ィルタ、8…赤外線ビジコンカメラ、9…画像処理装
置、10…ビデオモニタ、11…ビデオプリンタ。

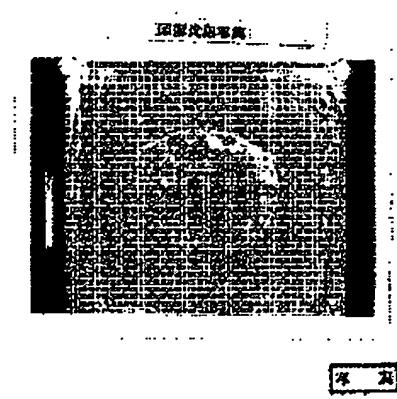
【図1】



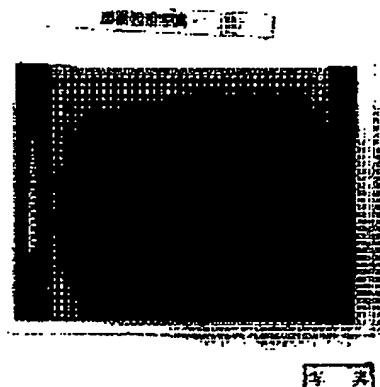
【図2】



【図4】



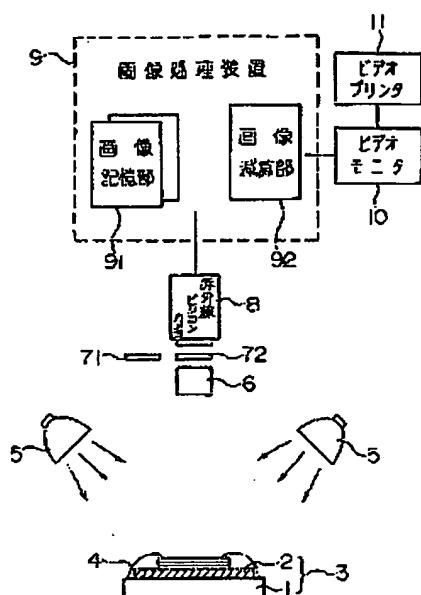
【図5】



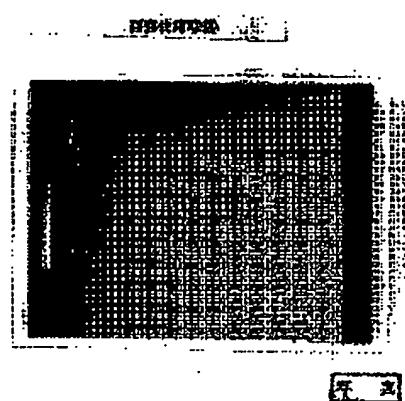
(6)

特開平5-329163

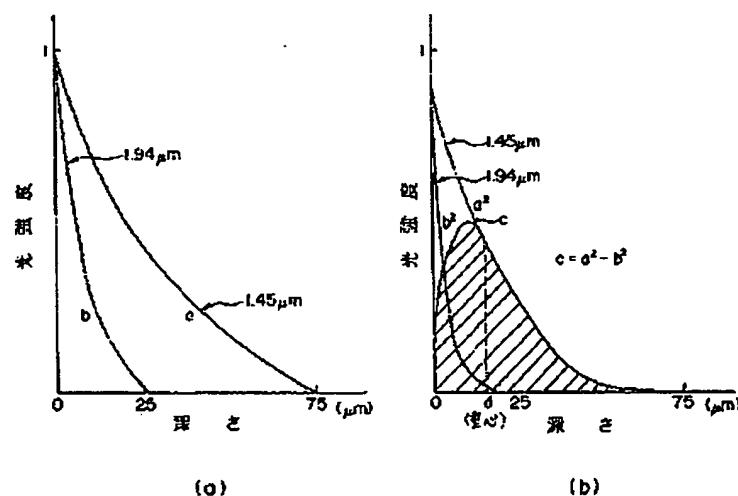
【図3】



【図6】



【図7】



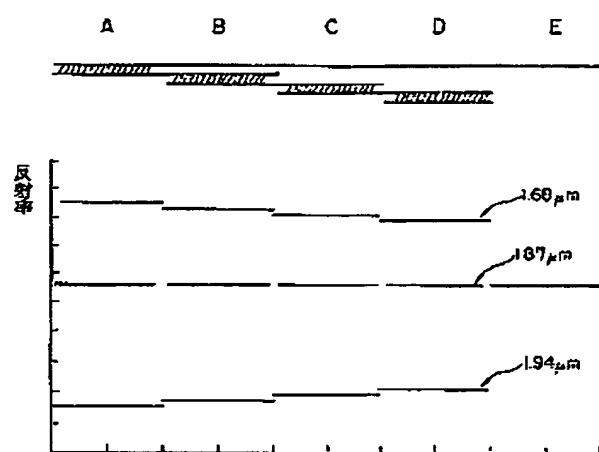
(a)

(b)

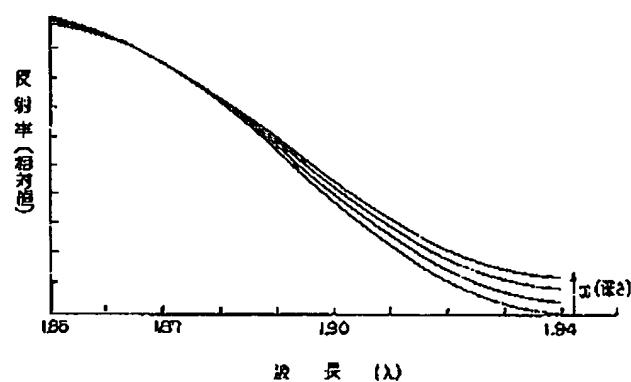
(7)

特開平5-329163

[図8]



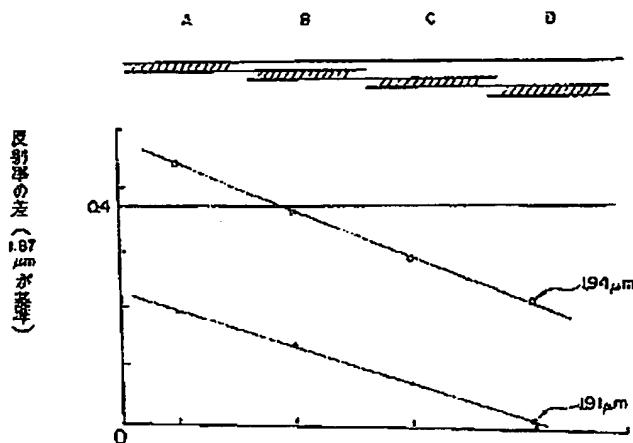
[図9]



(8)

特開平5-329163

【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 奥村 和明
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松市
トニクス株式会社内
(72)発明者 佐藤 宏人
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松市
トニクス株式会社内

(72)発明者 伊達 朗
滋賀県野洲郡野洲町上屋88番地 マックス
ファクター株式会社内
(72)発明者 吉井 隆
滋賀県野洲郡野洲町上屋88番地 マックス
ファクター株式会社内